

(43) Date of publication of application: 19 . 08 . 97

H01L 21/68
H01L 21/205
H01L 21/3065

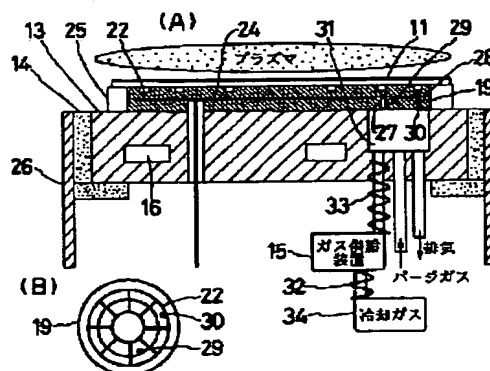
(22) Date of filing: 13 . 02 . 96

(72) Inventor: NOZAWA TOSHIHISA
SUGIYAMA NARIMASA
HISAMOTO ATSUSHI
IKEDA TSUGUMOTO
KANAMARU MORIYOSHI
ONISHI TAKASHI

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the responsibility of temperature control for a sample substrate in a substrate treating apparatus and to achieve higher processing precision to improve the quality of products.

SOLUTION: This substrate treating apparatus heats or cools a sample substrate 11 placed on a mounting base 19 having an upper smooth surface, and a groove 22 as a fluid passage is provided and extended in the upper surface part of the mounting base 19, a fluid inlet passage 27 and a fluid outlet passage 28 communicating with this groove 22 are provided within the base, and the temperature of the mounting base 19 is controlled to be lower when the groove 22 is filled with a liquid via the fluid inlet passage 37 to carry out cooling treatment of the sample substrate 11. The mounting base 19 is provided with an electrostatic chuck. The mounting base 19 is provided with a clamp. The fluid filled in the groove 22 has a vapor pressure of 1333 Pa (10Torr)-6666 Pa (50Torr) at the controlled temperature of the sample substrate 11 and is preferably a condensable gas, the molecule of whose main component being constructed of C and F.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 1 9 4 3 9

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 8 月 1 9 日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/68

H01L 21/68

N

21/205

21/205

21/3065

21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平 8 - 2 5 1 4 9

(22) 出願日

平成 8 年 (1996) 2 月 1 3 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 1 1 9 9

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町 1 丁目 3 番 1 8 号

(72) 発明者 野沢 俊久

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 杉山 成正

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 明田 莞

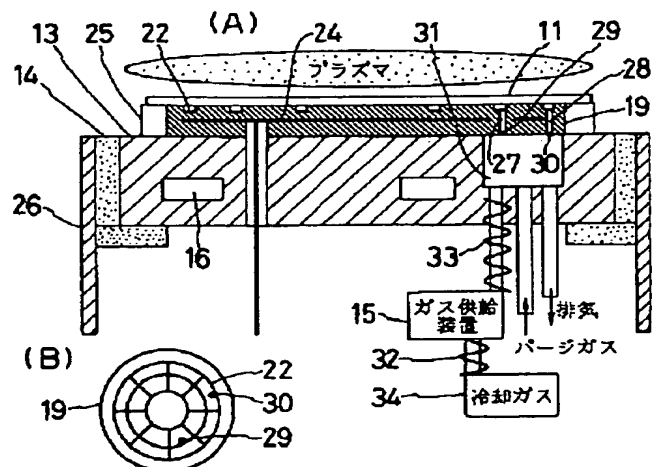
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【要約】

【課題】 基板処理装置における試料基板に対する温度制御の応答性を改善し、かつ加工処理精度を高めて製品の品質向上に資する。

【解決手段】 平滑な上表面を有する載置台 19 上に載置された試料基板 11 を加熱しあるいは冷却する基板処理装置であり、載置台 19 は、流体通路の溝 22 が上表面部に拡げて設けられ、この溝 22 に連通する流体導入路 27 及び流体導出路 28 が台内部に設けられていて、流体導入路 27 を通じて溝 22 に液体が充填された状態で、載置台 19 が低温に温度制御され、試料基板 11 が冷却処理される。載置台 19 が静電チャックを備える。または、載置台 19 がクランプ 40 を備える。溝 22 に充填する流体が、試料基板 11 の制御される温度での蒸気圧を 1333 Pa (10 Torr) ~ 6666 Pa (50 Torr) となる流体であり、C 及び F により構成される分子を主成分とする凝縮性ガスが好適である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平滑な上表面を有する載置台を備え、この載置台上に載置された試料基板が加熱されあるいは冷却される基板処理装置において、前記載置台は、流体通路としての溝が上表面部に拡げて設けられ、載置台と該台上的試料基板との間に介在する前記溝に液体が充填された状態で、載置台を低温に温度制御することにより試料基板が冷却処理されることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】 平滑な上表面を有する載置台を備え、この載置台上に載置された試料基板が加熱されあるいは冷却される基板処理装置において、前記載置台は、流体通路としての溝が上表面部に拡げて設けられ、この溝に連通する流体導入路及び流体導出路が台内部に設けられていて、流体導入路を通じて前記溝に供給された気体の全部または一部を液化させて載置台と該台上的試料基板との間に介在する前記溝に充填した状態で、載置台を低温に温度制御することにより試料基板が冷却処理されることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 3】 載置台が機械的な押圧手段を備え、試料基板における周縁部の少なくとも相対向する一部が前記押圧手段により載置台に押し付けられることによって、流体が前記溝から洩れ難くなるように形成される請求項 1 又は請求項 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】 載置台が静電チャックを備え、試料基板が前記静電チャックの静電気力により載置台に密着されることによって、流体が前記溝から洩れ難くなるように形成される請求項 1 又は請求項 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 5】 流体導入路の導入端及び流体導出路の導出端が載置台の下面に開口されて流体供給口及び流体排出口にそれぞれ形成される請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 6】 前記流体が、試料基板の制御される温度での蒸気圧を $1333 \text{ Pa} (10 \text{ Torr}) \sim 6666 \text{ Pa} (50 \text{ Torr})$ としてなる流体である請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 7】 前記流体が C 及び F により構成される分子を主成分とする凝縮性ガスである請求項 6 に記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体基板のような試料基板を高密度プラズマで処理する際に広く用いられる半導体製造装置における基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造装置によって半導体基板のような試料基板を真空中で処理する際、この試料基板の温度制御を精度良く行うための基板処理装置として静電チャックが用いられている。この場合、静電チャックは処

理対象の試料基板と熱的に緊密に結合していることが必要であり、従って、試料基板との熱伝導を促進するために、通常は、静電チャックと試料基板との間には He などのガスが充填されるようになっている。ところで、半導体基板をその面内で均一にプラズマ処理するためには、半導体基板の面内温度分布状態が重要な要素となる。そのために、典型的な先行技術の一つである特開平 6-318566 号公報に示されるように、半導体基板（試料基板）と静電チャックの間にガスを充填させ処理対象の半導体基板と静電チャックの間の熱伝導を促進させることによって、半導体基板の温度制御を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このようなガス充填方式では、ガス自体が持つ熱伝導率が小さいため、温度制御が精度良く行われるといっても高応答性の下では制御できなく、殊にプラズマ処理の際に受ける熱のために、試料基板の温度が上昇し過ぎたり、試料基板の温度分布が不均一になるなどの問題がある。なお、熱伝導率の大きいガスを利用することも考えられるが、熱伝導率の大きいガスの場合は、当然、充填ガス圧力が高くなるので、それに伴って半導体基板が反りを生じるおそれがある。このことから、試料基板の処理が高精度に行われなくなり、品質の低下をもたらすなどの問題点があった。

【0004】 本発明は、このような問題点の解消を図るために成されたものであり、したがって、本発明の主たる目的は、基板処理装置における載置台と試料基板の間での熱伝導率を高め得ることによって、試料基板に対する温度制御の応答性を改善することにある。

【0005】 本発明の他の目的は、試料基板の温度分布の均一化を図るとともに載置台による密着性を向上させることによって、試料基板の加工処理精度を高めて製品の品質向上に資することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の第 1 の側面によれば、載置台には、該台上に載置される試料基板を冷却するための冷却媒体の流体通路として、上表面部に拡げて設けた溝を備える。そして、載置台と該台上的試料基板との間に介在する前記溝に液体から成る冷却媒体が充填されるようになっている。

【0007】 このように、上表面部に拡げて設けた溝に対し、ガスに比べて熱伝導率が高い液体を主体とする冷却媒体を充填させる冷却方式を採用したことによって、従来の試料基板と載置台との間にガスのみが充填されていた場合に比して、約 10 倍以上の熱伝導作用が発揮されるため、試料基板の温度制御を高応答下で高精度に行うことができ、また、試料基板の温度分布も均一にすることができる。

【0008】 好ましい実施形態では、上記載置台にはクランプ機構等の機械的押圧手段または静電気力を持つ静

電チャックが備えられて、試料基板の載置台に対する密着性を高めることにより、充填された流体が前記溝から洩れ難くなるようにすることができる。

【 0 0 0 9 】 そうすることによって、高精度温度制御を的確にしかも効率的に行わせることが可能である。ところで、試料基板例えばウエハーと載置台の間にガスを充填する従来方式では、充填ガスによってウエハーが剥がれないようにクランプ機構や静電チャックによって載置台に固定することがひろく行われている。一般に充填ガス圧力が高い程熱伝導は向上するが、クランプ機構の場合10はガス圧力によってウエハーの中心部が反ってしまい、6インチ直径のもので2000Pa(15 Torr)を超えると寧ろ熱伝導が低下するようになる。一方、静電チャックの場合においても、吸着力の再現性を考慮すると、6666Pa(50 Torr)程度が上限とされる。

【 0 0 1 0 】 このガスの場合の熱伝導率は、例えばHeガスで約1000(W/㎡・K)であるが、液体を充填した場合には例えば冷却媒体がC、F₁₁であるとする約3000(W/㎡・K)となつて、その効果は飛躍的に増大することは明らかである。

【 0 0 1 1 】 本発明の第2の側面からすれば、冷却媒体としての流体が、試料基板の制御される温度での蒸気圧を1333Pa(10 Torr)～6666Pa(50 Torr)としてなる流体、好ましくはC及びFにより構成される分子を主成分とする凝縮性ガスが使用される。

【 0 0 1 2 】 このように気相変化を伴う液体を主体に使用することによって、充填する液体が載置台とウエハーのそれぞれの温度で結露(凝縮)と気化(蒸発)をするような圧力域を選べば、ヒートパイプの原理から明らかなように熱伝導作用をさらに向上させることができる。30

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を、添付図面を参照しながら具体的に説明する。図1において、本発明に係る載置台は電極ブロック13と、その上面部に接着された静電チャック19とを含んで構成される。静電チャック19は平滑な上表面を有していて、上表面部には流体通路としての溝22が拡がって凹設されている。この溝22は、図2に断面図及び平面図で略示されるが、例えば幅2mm、深さ10μm程度の極めて浅い溝であつて、静電チャック19の上表面(チャック面)の中心に合心させた同心に配設される3条のリング状溝と、前記上表面中心を通る直径方向の放射状に延びて3条のリング状溝間に亘り連通して配設される8本の直線状溝とにより形成される。なお、外側の最大径のリング状溝の直径は、この静電チャック19に載置される試料基板11例えばウエハーの直径よりも当然小さくなっている。

【 0 0 1 4 】 上記静電チャック19を備える載置台とその上に載置されるウエハー11とは真空容器7内に収容されて、ウエハー11が真空雰囲気下において公知の手

段によりプラズマ処理される。この載置台を構成する静電チャック19には、図2に示される通り、その厚手方向に貫通し、かつ、前記溝22の適当個所に連通して、流体導入路27及び流体導出路28が設けられて、それらの静電チャック19下面に開口する導入端及び導出端がそれぞれ流体供給口29及び流体排出口30に形成される。

【 0 0 1 5 】 真空容器7内において、ウエハー11が静電気力によって静電チャック19上に合着している状態で、流体供給口29から冷却媒体が供給されることによって、この冷却媒体は静電チャック19とウエハー11の境界に介在した閉じられている溝22内に充填される。冷却媒体としては、例えば低圧下で気相変化を伴う液体であるC、F₁₁が使用される。このC、F₁₁が静電チャック19の低温をウエハー11に熱伝達することによって熱伝導が促進され、一方、ウエハー11との熱交換により蒸発したC、F₁₁のガスは静電チャック19及びその直下の電極ブロック13部において冷却されて凝縮・液化し、再び溝22に供給される。C、F₁₁の25℃での蒸気圧は6266Pa(47 Torr)であるので静電チャックが25℃以下に冷却されている場合はここで液化する。このようにして、溝22に冷却媒体としての液体が充填されることによって熱伝導が促進され、ウエハー11の温度はガスの場合に比べ飛躍的に冷却される。

【 0 0 1 6 】

【実施例】以下、本発明の実施例について添付図面を参照しながら説明する。図1には、本発明の実施例に係る静電チャック19を用いたエッチング装置の基本構成の一つが示される。また、図2には図1における保持装置の模式的な断面図が示される。図1において、1は、マイクロ波を発生するマイクロ波発振器であり、具体的には、2.45GHzの周波数で出力は0～1kWのものが用いられる。2は、マイクロ波を効率良くプラズマに吸収させるためのマッチング回路、3は、マイクロ波を伝播する導波管であり、4は、マイクロ波を円偏波させるための素子である。

【 0 0 1 7 】 7は試料基板である半導体ウエハー11が収容される真空容器であつて、マイクロ波導入窓5、排気チャンバ8、ロードロック室9等を備えており、マイクロ波導入窓5は、真空容器7内の真空状態を保持した状態で導波管3及び素子4を経たマイクロ波を真空容器7内に伝播させるように設けられたものであり、石英ガラス又はセラミックにより形成される。なお、6は処理ガスを真空容器7内に導入するための配管である。

【 0 0 1 8 】 10は、電磁コイルであつて、ECR条件(電子サイクロトロン共鳴条件:この場合は875 Gauss)を満たす磁場を真空容器7内に発生することができるようになっている。すなわち、前記マイクロ波が磁場印加状態での真空容器7内に導入されることによりEC

R プラズマを発生させる。前記半導体ウエハ 1 1 は、真空容器 7 内において保持装置 1 2 によって例えば水平に保持されている。この保持装置 1 2 の構成は図 2 に示されている。

【 0 0 1 9 】 上記保持装置 1 2 において材質がアルミニウムであって、冷媒 1 6 により冷却されている電極ブロック 1 3 上に、静電チャック 1 9 が接着固定されていて、その上にウエハ 1 1 が保持される。静電チャック 1 9 の周囲には石英あるいはセラミック製のリング 2 5 が配設されている。静電チャック 1 9 の導電対層は高周波をカットするためのフィルタ 2 4 を介して静電チャック 1 9 用の直流電源 1 8 に接続される。

【 0 0 2 0 】 静電チャック 1 9 は、ウエハ 1 1 をプラズマ処理するときの温度調整をするためのものであって、プラズマ処理中は直流電源 1 8 の印加によってウエハ 1 1 をチャック面に吸着し、ガス導入ユニット 1 5 からウエハ 1 1 と静電チャック 1 9 との間に液体が導入されて、静電チャック 1 9 とウエハ 1 1 の間の熱伝導が促進されることによって、ウエハ 1 1 を冷却された電極ブロック 1 3 の温度に対して一定の温度差に保つことかできる。また、電極ブロック 1 3 は、セラミック等からなる絶縁体 1 4 によって他の真空容器 2 6 から絶縁されており、高周波電源 (1 0 0 k H z ~ 2 M H z 用) 2 1 から高周波電力がマッチングボックス 2 0 を介して印加される。

【 0 0 2 1 】 図 2 において、液体 (C , F ₁₁) を静電チャック 1 9 の溝 2 2 に充填するための装置である冷却媒体供給装置が流体供給口 2 9 及び流体排出口 3 0 に関連させて設けられる。この冷却媒体供給装置は、ポンベ 3 4、ヒータ 3 2、ガス導入ユニット 1 5、ヒータ 3 3 及び圧力調整器 3 1 を含んで構成され、ポンベ 3 4 に封入されている液体の C , F ₁₁ は、該ポンベから取り出されて電極ブロック 1 3 内で流体供給口 2 9 及び流体排出口 3 0 と直結させて設けられた圧力調整器 3 1 に至る途中で、ヒータ 3 2、ガス導入ユニット 1 5 内部及びヒータ 3 3 で加熱されることによって、ガスの状態で静電チャック 1 9 の溝 2 2 に供給されるようになっている。このように液化しないようにガスで供給された C , F ₁₁ は、圧力調整器 3 1 によって 6 6 6 6 P a (5 0 T o r r) に減圧され、静電チャック 1 9 の直前で液化した後に溝 2 2 を通じて静電チャック 1 9 全面に供給される。

【 0 0 2 2 】 また、液体はウエハ 1 1 の処理終了後には、先ず圧力調整器 3 1 を通じてバージガスを流すことによって排気され、その後真空排気される。なお、この実施例はハイパワーのエネルギーが入力される Si O₂ エッチング装置に適用して頗る効果的な装置である。一般に Si O₂ のエッチングには C F 系のガスが用いられ、冷却に使用するガスが反応容器に洩れたり、滞留した場合を考慮すると、不活性ガスである C F 系のガスを冷却に用いる必要がある。このガスは電気絶縁性も

良好で静電チャックと併用する場合も何ら問題とはならない。

【 0 0 2 3 】 図 5 には圧力調整器 3 1 の構造が系統的に示されている。この圧力調整器 3 1 は、供給用閉鎖弁 3 5、排気用閉鎖弁 3 6、圧力コントローラ 3 9 によって弁開度が制御される圧力コントロール弁 3 7、圧力計 3 8 を備えている。通常、圧力調整器は載置台から離れた場所に設置され、そこから配管で載置台までガスを供給するようになっている。これに対して本発明は載置台に液体を供給するシステムであるから、従来の供給システムをそのまま採用することには問題がある。すなわち、本発明では液体冷却方式であるので、圧力調整器から載置台までの比較的長経路の配管に液体が充填され、ウエハ 1 1 の処理が終了した時にこの配管内に充填された液体を真空排気するのに長時間を要するのが適切でないからに他ならない。

【 0 0 2 4 】 従って、液体となるのは載置台付近のみでガスの状態で供給し得る構造であることが望ましい。そのため図 2 に示されるように、ポンベの部分で加熱し、液体を気化させ、供給用配管内で結露しないように配管は載置台よりも加熱するようにしている。そして、載置台にガスの状態で供給され、載置台内で冷却され液体となるように構成している。

【 0 0 2 5 】 ウエハ 1 1 の処理が終了後、この液体の真空排気をスムーズに行うためには液体となっている場所をできるだけ少なくする必要があり、そのために載置台内で流体供給口 2 9 と流体排出口 3 0 とに対して閉鎖弁をそれぞれ設置している。さらに圧力調整器 3 1 も載置台の内部あるいは近傍に設置する必要がある。これは圧力調整器 3 1 を載置台から離すと、保持装置 1 2 でのガスの気化と結露を伴う使用圧力域は温度に対し非常に敏感な領域であるので配管系の温度の制御を厳密に行わないと、圧力調整器 3 1 で制御された圧力が経路の途中で変化して載置台において所望の圧力にコントロールできなくなるからである。

【 0 0 2 6 】 図 3 及び図 4 には、保持装置 (サセプタ) 1 2 における He ガス使用時及び C , F ₁₁ 使用時のウエハ 1 1 冷却特性線図が示される。これらの両図を参照してウエハ 1 1 はプラズマで加熱され、一方、載置台は冷媒で冷却されている。載置台温度が 2 0 ° C であるとして He 圧力を高くすることによってウエハ 1 1 温度は低下するが、約 2 0 0 0 P a (1 5 T o r r) 以上では圧力を上げても図 3 に示されるようにウエハ 1 1 温度の低下は少ない。

【 0 0 2 7 】 一方、本発明の実施例に係る冷却方法が示される図 4 によって明らかであるが、C , F ₁₁ を使用した場合、供給圧力が低い場合はまだ液化しなく冷却能力は He ガスより低い、供給圧力を上昇させ (約 5 3 3 P a (4 0 T o r r) まで上昇)、液化が起こると急激にウエハ 1 1 温度が低下し載置台とほぼ同じ低温度になること

が判った。

【 0 0 2 8 】 図 6 には、本発明の他実施例に係る基板処理装置を用いたエッチング装置における保持装置 1 2 の概要構造が示される。この図 6 における保持装置 1 2 は、図 2 図示の保持装置 1 2 に類似し、対応する部材には同一の参照符号が付されているので、特徴付けられる構造についてのみ以下説明し、その他の部分に関しては説明を省略する。2 図示の保持装置 1 2 における静電チャックと異なる点は、ウハー 1 1 を載置台としての静電チャック 1 9 に固定する手段が、載置台に付設されたクランプ 4 0 等の機械的な押圧手段によって押さえ付けるようにした点である。この場合、ウハー 1 1 の少なくとも周縁部の相対向する 2 か所の一部を押さえ付けることによって、所期の目的を達成することが可能である。勿論、この実施例においてもウエハー 1 1 と載置台との間に液体あるいは液体と気体の混合流体を充填することが可能であることは言う迄もない。

【 0 0 2 9 】

【発明の効果】以上述べた通り、本発明に係る基板処理装置によれば、この装置を用いることによって、半導体基板等の試料基板の処理の際の熱伝導を飛躍的に促進し、また、試料基板の面内における温度の均一性を図ってしかも高精度に温度制御できるので、化学反応を利用した試料基板の処理を高精度に、かつ安定的に行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例に係る基板処理装置を用いたエッチング装置の概要示基本構造図である。

【図 2】 (A) は図 1 における保持装置 1 2 の概要示構造図、(B) は図 2 (A) における静電チャック 1 9 の略示平面図である。

【図 3】 保持装置 1 2 における He ガス使用時のウエハー冷却特性線図である。

【図 4】 保持装置 1 2 における C, F₄ 使用時のウエハー冷却特性線図である。

【図 5】 図 2 に図示される圧力調整器 3 1 の系統示構造図である。

【図 6】 本発明の他実施例に係る基板処理装置を用いたエッチング装置における保持装置 1 2 の概要示構造図である。

【符号の説明】

1 1 … 試料基板

1 9 … 静電チャック

2 2 … 溝

2 7 … 流体導入路

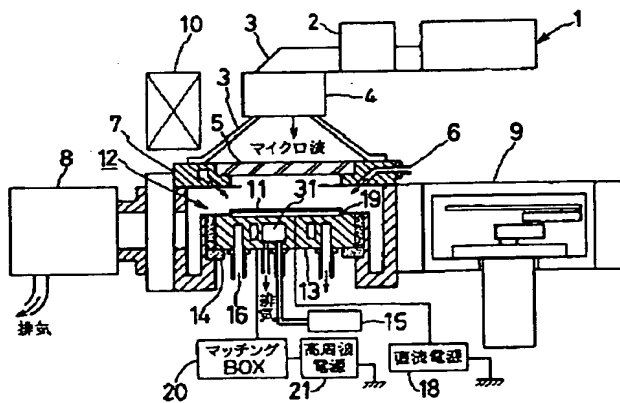
2 8 … 流体導出路

2 9 … 流体供給口

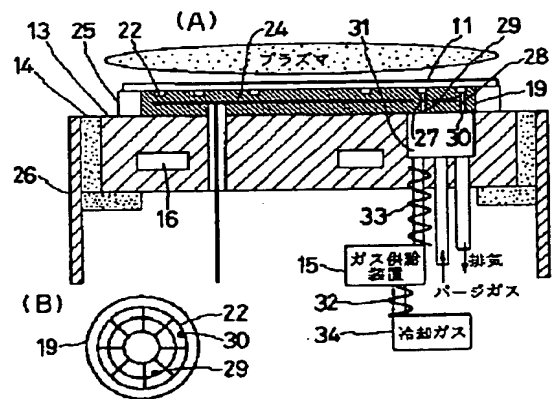
3 0 … 流体排出口

4 0 … クランプ (機械的押圧手段)

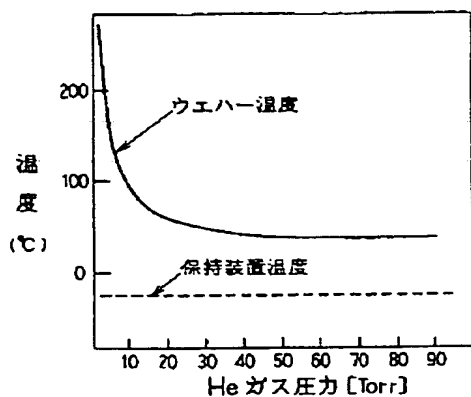
【図 1】



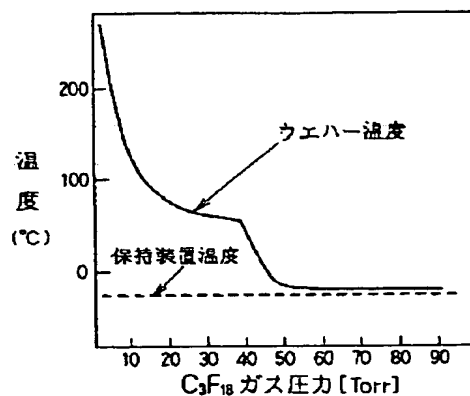
【図 2】



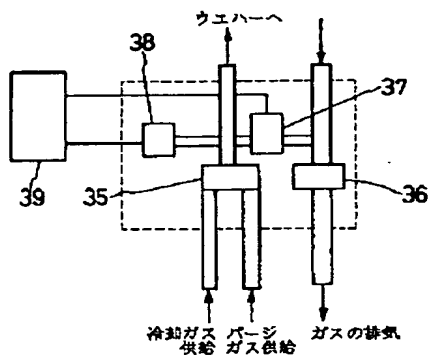
【図 3】



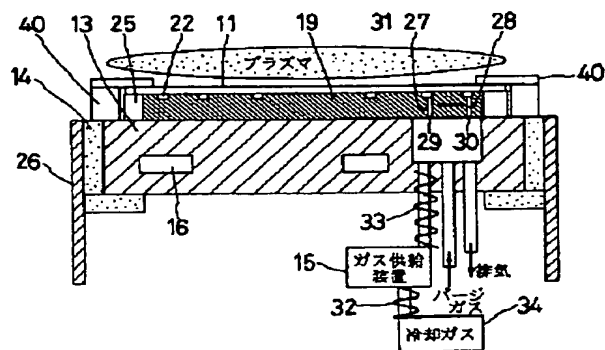
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72) 発明者 久本 淳
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72) 発明者 池田 貢基
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72) 発明者 金丸 守賀
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
- (72) 発明者 大西 隆
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内